

# 단선터널 라이닝에 대칭 분포하중 작용 시 최적 계측 측정점수 산정연구

## A Study on Calculating the Optimal Monitoring Point When a Symmetrically Distributed Load is Applied to a Single-track Tunnel Lining

우종태\*

Woo, Jong-Tae

본 논문은 단선터널 라이닝에 대칭 분포하중 작용 시 최적 계측 측정점수를 산정하기 위해 단선터널 라이닝에 작용하는 하중조건을 대칭 분포하중이 작용하는 경우로 가정하여 터널해석 시 널리 사용되는 상용 프로그램에 하중조건을 입력시켜 터널 라이닝의 단면 위치별 변위와 응력을 산출하였다. 산출된 변위를 계측 측정점 3점, 5점, 7점으로 단선터널 라이닝 역해석 프로그램에 입력시켜서 구한 응력과 변위를 비교하여 단선터널 라이닝의 최적 계측 측정점수를 산정한 결과 정확도는 측정 3점이 낮고, 측정 5점과 7점이 높으며, 현장 적용성은 측정 5점이 높은 것으로 해석되어 터널 계측 실무와 일치하는 것으로 나타났다.

**Keywords** : 단선터널 라이닝, 대칭분포 하중 작용 시, 최적 계측 측정점수, 역해석 프로그램, 응력과 변위

### 1. 서론

NATM터널에서 공사계측은 필수적으로 수행되고 있으며, 단선터널에서 일상계측인 천단침하와 내공변위 계측수량 3~5점과 터널 시공단계에서 경제성 등을 고려하여 설정되는 정밀계측인 슛크리트 및 콘크리트 라이닝 응력측정 수량 3~5점이 적정하지 단선터널 라이닝에 대칭분포 하중 작용 시 최적 계측 측정점수 산정에 대한 연구는 수행된 바가 없다.

본 논문은 단선터널 라이닝에 대칭 분포하중 작용 시 최적 계측 측정점수를 산정하기 위해 단선터널 라이닝에 작용하는 하중조건을 대칭 분포하중이 작용하는 경우로 가정하여 터널해석 시 널리 사용되는 상용 프로그램에 하중조건을 입력시켜 터널 라이닝의 단면 위치별 변위와 응력을 산출하였다. 산출된 변위를 계측 측정점 3점, 5점, 7점으로 단선터널 라이닝 역해석 프로그램에 입력시켜서 구한 응력과 변위를 비교하여 단선터널 라이닝의 최적 계측 측정점수를 산정하여 터널 계측의 신뢰도 향상과 계측기술 발전에 기여하고자 한다.

### 2. 본론

단선터널은 형상이 계란형으로 터널폭 5.8m, 높이 7.0m, 콘크리트 라이닝 두께 0.3m인 경우에 대하여 대칭 분포하중 조건은 수직하중 10tonf/m<sup>2</sup>, 수평하중은 좌우 5tonf/m<sup>2</sup>를 적용하였고, 요소망의 총 절점수는 62개이며, 4개의 절점으로 구성된 30개의 요소로 구분하였고, 계측측점 A,B,C,D,E,F,G의 7점과 요소번호를 일치시켰다. 여기서, A와 G는 하부 내공변위, B와 F는 상부 내공변위, C,D,E는 천정부 변위를 의미하며, 대칭 분포하중 조건인 경우 해석 모델은 Fig. 1, 응력 및 변위 해석결과는 Fig. 2와 같다.

Fig. 2의 a와 b의 응력해석 결과 계측 측정점수가 3점인 Case 1의 경우에도 상부 좌우벽체인 B,F점의 수평응력과 천단인 D점의 수직응력이 기준값과 같은 결과를 보이므로 대칭 하중이 작용하는 균등 분포압에서는 Case 1도 실용적이라 할 수 있으나, 소수의 계측 변위수로부터 터널 라이닝의 전반적인 응력상태를 정확하게 추정하기 위해서는 Case 2와 Case 3이 기준값과 터널 전단면에 걸쳐 같은 값을 보이므로 Case 2인 계측 측정점수 5개를 측정하여 역해석에 적용하는 것이 효과적인 것으로 판단되며, 계측 측정점수의 증가와 함께 응력에 대한 역해석의 정밀도가 증대되는 것을 알 수 있다.

Fig. 2의 c와 d의 수평 및 수직변위는 미소변위를 보였으며, 응력과는 다르게 역해석시 적용되는 계측 측정점에 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 터널 상부 좌우벽체 B,F점의 수평변위는 기준값에서 0.11mm이나, 각 Case에서 0.07mm 정도이며, 천단 D점의 수직변위는 기준값에서 0.37mm이나, 각 Case에서 0.26mm로 차이를 보였다.

\* 정회원 · 경북대학교 드론건설환경학과 교수 jtwoo@kbu.ac.kr

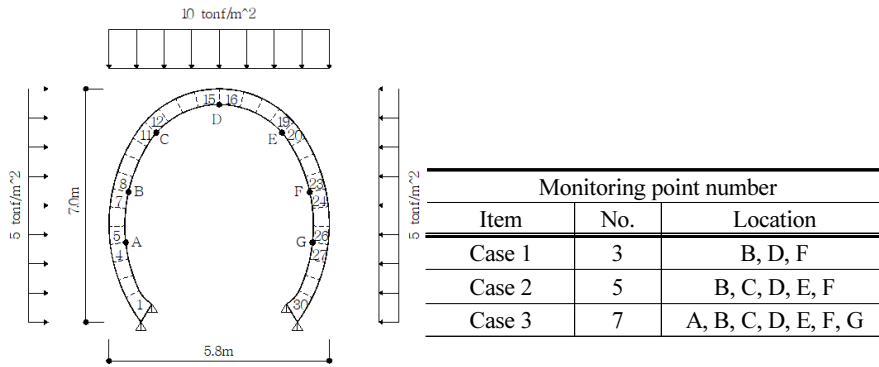


Fig. 1. 단선터널 라이닝에 대칭 분포하중 작용 시 해석 모델

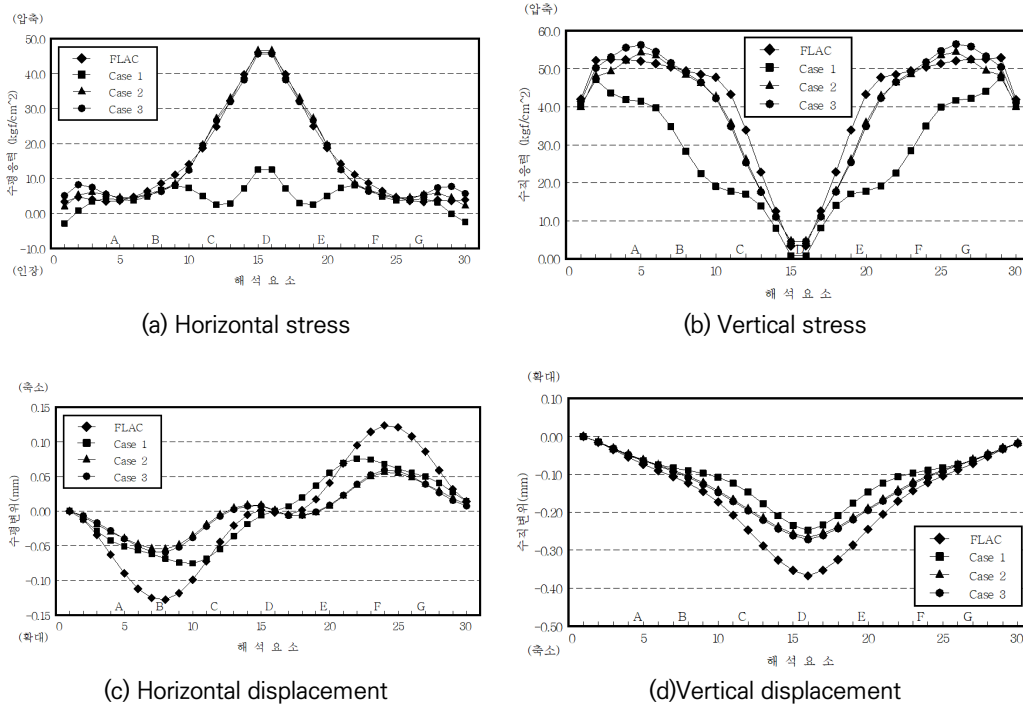


Fig. 2. 단선터널 라이닝에 대칭 분포하중 작용 시 응력과 변위 해석 결과

### 3. 결론

본 논문은 단선터널 라이닝에 대칭 분포하중 작용시 최적 계측 측정수를 산정하는 연구로 응력해석 결과 계측 측정수가 3점인 Case 1의 경우에도 상부 좌우벽체인 B, F점의 수평응력과 천단인 D점의 수직응력이 기준값과 같은 결과를 보이므로 대칭 하중이 작용하는 균등 분포압에서는 Case 1도 실용적이라 할 수 있으나, 소수의 계측 변위수로부터 터널 라이닝의 전반적인 응력 상태를 정확하게 추정하기 위해서는 Case 2와 Case 3이 기준값과 터널 전단면에 걸쳐 같은 값을 보이므로 Case 2인 계측 측정수 5개를 측정하여 역해석에 적용하는 것이 효과적인 것으로 판단되며, 계측 측정수의 증가와 함께 응력에 대한 역해석의 정밀도가 증대되는 것을 알 수 있다.

### 참고문헌

우종태(2017), 복선터널 라이닝의 최적 계측 측정수 산정연구, 한국재난정보학회 2017정기학술대회 및 특별세미나 논문집, 2017.11.17., p145-146